

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Дмитрий Николаевич Афоничев, доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой электротехники и автоматики

Игорь Игоревич Аксенов, старший преподаватель кафедры электротехники и автоматики

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Объекты исследования: системы и процессы технического диагностирования сельскохозяйственных машин и оборудования. Цель исследования – выявить проблемы технического диагностирования и установить перспективные средства технического диагностирования сельскохозяйственных машин и оборудования. При проведении исследования использован системный анализ. Выполненный анализ методов и средств технического диагностирования сельскохозяйственных машин и оборудования позволил выявить проблемы технической диагностики и пути их решения. Современная техническая диагностика основывается на приборном определении технического состояния машин и оборудования, дающем возможность объективного установления технического состояния по диагностическим параметрам. На основе анализа процесса передачи данных в системах технического диагностирования установлено, что для обеспечения достоверности результатов диагностики необходимо использование каналов связи, в том числе беспроводной связи на основе современных телекоммуникационных технологий. Перспективными средствами воспроизведения, регистрации, хранения и обработки результатов технической диагностики являются компьютеры. Для повышения эффективности внедрения современных компьютерных систем технического диагностирования в разных отраслях экономики, в том числе в сельском хозяйстве, необходимо организовать рациональное их использование, что подразумевает, с одной стороны, большое количество обслуживаемых единиц техники, а с другой стороны – оптимальную периодичность проведения технического диагностирования, при которой затраты на ремонт и потери от простоя машин и оборудования будут минимальными. Количество обслуживаемых единиц техники должно обеспечивать требуемую периодичность технического диагностирования и минимальные простои системы технического диагностирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: техническое диагностирование, средства, система, диагностические параметры, канал связи, преобразование сигнала, компьютер.

The object of this study included the systems and processes of technical diagnosis of agricultural machines and equipment. The study objective was to identify problems of technical diagnosis and determine the promising means of technical diagnosis of agricultural machines and equipment. Systemic analysis was used for research. The performed analysis of methods and means of technical diagnosis of agricultural machinery and equipment allowed identifying the problems of technical diagnosis and their possible solutions. Modern technical diagnosis is based on instrumental evaluation of technical condition of machinery and equipment, which gives the opportunity of objective determination of technical condition by diagnostic parameters. Basing on the analysis of data transfer process in the systems of technical diagnosis it was determined that to ensure the reliability of diagnostic results it is necessary to use communication channels, including wireless communication based on modern telecommunication technologies. Promising means of reproduction, recording, storing and processing of the results of technical diagnosis are computers. To improve the efficiency of implementation of modern computer systems of technical diagnosis in different sectors of the economy (including agriculture), it is necessary to organize their rational use. This means, on the one hand, a large number of serviceable pieces of equipment, and on the other hand – the optimal frequency of technical diagnosis in which the costs of repairs and losses caused by machinery and equipment downtime will be minimal. The number of serviced pieces of equipment should be enough to ensure the required frequency of technical diagnosis and minimal downtime of technical diagnostic system.

KEY WORDS: technical diagnosis, means, system, diagnostic parameters, communication channel, signal conversion, computer.

Введение. Эффективная эксплуатация машин и оборудования в сельском хозяйстве обеспечивается правильно организованной системой технического сервиса, который охватывает такие виды деятельности, как поставка, обслуживание и ремонт машин и оборудования, ликвидация старой техники, обучение технического персонала, обращение с отходами, образующимися в процессах эксплуатации, обслуживания, ремонта, ликвидации машин и оборудования.

Работоспособность машин и оборудования обеспечивается их обслуживанием и ремонтом. Важной составляющей технического обслуживания машин и оборудования является техническая диагностика.

Объекты исследования: системы и процессы технического диагностирования сельскохозяйственных машин и оборудования.

Цель исследования – выявить проблемы технического диагностирования и установить перспективные средства технического диагностирования сельскохозяйственных машин и оборудования.

Методы исследования. При проведении исследования использован системный анализ.

Теоретический анализ. Техническая диагностика – область знаний, включающая теорию, методы и средства определения технического состояния объектов (согласно ГОСТ 20911-89) [6]. Техническое диагностирование – процесс определения технического состояния объектов (машин и оборудования) [6].

Основной задачей технического диагностирования является обеспечение безопасности, надёжности и эффективности работы технических систем и средств, а также сокращение затрат на их техническое обслуживание, снижение потерь от простоев по причине отказов.

Диагностирование машин и оборудования предусматривает реализацию следующих процессов:

- оценка технического состояния;
- обнаружение и определение места локализации неисправностей;
- прогнозирование остаточного ресурса;
- мониторинг технического состояния.

Под диагностическими параметрами понимают параметры состояния технической системы или технического средства, по которым можно судить о его техническом состоянии [7]. Различают прямые и косвенные диагностические параметры. Первые непосредственно характеризуют состояние машины, а вторые связаны с прямыми диагностическими параметрами функциональной зависимостью. При функциональной диагностике машины в процессе её работы, наряду с отдельно рассматриваемыми параметрами, могут использоваться также функционально зависимые параметры.

В зависимости от условий проведения диагностирования различают:

- техническое диагностирование, проводимое на работающем объекте: по параметрам рабочих процессов (мощность, расход топлива, производительность, давление и др.); по диагностическим параметрам, косвенно характеризующим техническое состояние (температура, шум, вибрации и др.);

- техническое диагностирование, выполняемое на неработающем объекте: по структурным параметрам (износ деталей, зазор в сопряжениях и др.).

По объёму, методам и глубине операций техническая диагностика может быть комплексной и поэлементной [7].

Комплексная диагностика выявляет нормальное функционирование, эффективность, работоспособность машины (агрегата) в целом. Её цель – определить соответствие нормам выходных эксплуатационных показателей проверяемых агрегатов по их основным функциям.

Примером такой диагностики может быть определение мощности и топливной экономичности двигателя, подачи и долговечности насоса, потерь в трансмиссии, процента буксования сцепления и т.д.

Поэлементная диагностика определяет причину нарушения работы агрегатов (механизмов) обычно по сопутствующим косвенным признакам, например: причину потерь мощности двигателя – по компрессии или прорыву газов в картер, причину повышенного расхода топлива – по уровню в поплавковой камере карбюратора или производительности жиклёров, причину потерь в трансмиссии – по вибрациям и нагревам и т.д. На этом уровне конкретизация причин неисправностей доводится лишь до такого уровня, при котором выявляется потребность снятия или разборки проверяемого узла.

Техническую диагностику, как правило, проводят на нескольких уровнях:

- машины в целом;
- агрегатов;
- систем и механизмов агрегатов;
- деталей.

При этом на каждом из перечисленных уровней определяют техническое состояние, главным образом, двумерно. Это означает, что диагностика должна дать однозначный ответ: нуждается или не нуждается в настоящее время проверяемый агрегат в ремонте или техническом обслуживании с учётом обеспечения безотказной работы до очередного планового технического воздействия. Если техническое состояние проверяемого агрегата не соответствует нормам, и он состоит из нескольких самостоятельных механизмов, то необходима поэлементная диагностика каждого из этих механизмов и т.д. При поэлементной диагностике данного механизма в первую очередь проверяют состояние так называемых «критических» деталей, то есть таких деталей, которые в первую очередь определяют работоспособность механизма. Глубина диагностики механизмов ограничивается получением ответа на вопрос: необходима ли разборка механизмов. Если она необходима, то дальнейшее более детальное диагностирование не имеет практического смысла, поскольку дефекты могут быть выявлены более просто и точно после разборки механизма.

В зависимости от технических средств и диагностических параметров, которые используют при проведении диагностирования, можно выделить следующие методы диагностирования:

- органолептические, которые основаны на использовании органов чувств человека (осмотр, слушивание и др.);
- вибрационные, которые основаны на анализе параметров вибраций технических объектов;
- акустические, основанные на анализе параметров звуковых волн, генерируемых техническими объектами и их составными частями;
- тепловые, в том числе основанные на использовании тепловизоров;
- триботехнические;
- на основе анализа продуктов износа в продуктах сгорания;
- акустической эмиссии;
- радиография;
- магнитопорошковый;
- вихретоковый;
- ультразвуковой контроль;
- капиллярный контроль;
- параметрическая диагностика;
- электродиагностический контроль (сфера применения – электродвигатели, электромагнитные клапаны, катушки, кабели, трансформаторы, различают статические и динамические испытания электрооборудования);

- специфические для каждой из областей техники, например, при диагностировании гидропривода широко применяется статопараметрический метод, основанный на анализе задросселированного потока жидкости, в электротехнике применяют методы, основанные на анализе параметров электрических сигналов, в сложных многокомпонентных системах применяют методы диагностирования по стохастическим отклонениям параметров от их осредненных значений и т.д.

Современная техническая диагностика [3, 5, 7, 8] основывается на приборном определении технического состояния машин и оборудования, дающем возможность объективного установления технического состояния, а также восприятия диагностических параметров, недоступных восприятию непосредственно органами чувств человека.

Для разработки методов и средств технического диагностирования конкретной машины, прежде всего, следует выявить, какие параметры характеризуют работу этой машины и определяют её надёжность. Затем устанавливаются диагностические критерии количественной величины параметров и для их определения разрабатываются соответствующие методы и средства технического диагностирования.

Основной проблемой технической диагностики является достижение адекватной оценки распознавания истинного состояния объекта диагностирования и классификации этого состояния (нормального или аномального). При проведении технического диагностирования для подтверждения нормального состояния выделяют две основные задачи:

- получение достоверной информации;
- обеспечение приемлемой оперативности получения информации.

При проведении технического диагностирования для выявления аномалий рассматривают вероятности пропуска неисправности и ложной тревоги. Чем выше вероятность ложной тревоги, тем меньше вероятность пропуска неисправности, и наоборот.

Система технического диагностирования – совокупность устройств, обеспечивающих измерение параметров технического состояния машин и оборудования, их передачу, воспроизведение, регистрацию, хранение и обработку. Устройства, составляющие системы технического диагностирования, называются техническими средствами технического диагностирования. В общем случае любая система технического диагностирования состоит из следующих элементов:

- датчики;
- линия или канал связи;
- устройства воспроизведения, регистрации, хранения и обработки информации.

Таким образом, система технического диагностирования – система автоматического контроля, осуществляющая измерение, регистрацию, хранение и обработку информации о техническом состоянии машин и оборудования. Она является основной составляющей информационной системы управления техническим состоянием машин и оборудования, так как воспроизведение, регистрацию, хранение и обработку информации о техническом состоянии машин и оборудования в современных системах технического диагностирования выполняют компьютеры, для которых требуется соответствующее программное обеспечение типа:

- LabVIEW – Laboratory Virtual Instrument Engineering Work (лаборатория виртуальных приборов);
- SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition (диспетчерское управление и сбор данных).

Результаты. Так как датчики систем технического диагностирования выдают электрические сигналы, то для их обработки в отдельных случаях перспективным является использование USB-осциллографов (приставок к компьютерам). Для отображения результатов измерений в режиме реального времени, их записи и обработки используется специальное программное обеспечение. Производитель USB-осциллографов «АКИП» предлага-

ет для своих устройств программы PicoScore и PicoLog. Программа PicoScore обеспечивает наблюдение сигнала на интервале времени, не превышающем 500 с, и не предназначена для автоматической записи данных на внешнее устройство сбора. Программа PicoLog обеспечивает сбор и регистрацию данных (событий) во временном интервале от нескольких наносекунд до нескольких дней. Помимо этого в меню программы предусмотрены различные режимы визуализации, обработки и протоколирования.

В зависимости от выполняемых задач, области применения и ряда других признаков технические средства технического диагностирования можно классифицировать по следующим признакам [7, 8].

1. По назначению:

- штатные: термометры, манометры, расходомеры, амперметры, вольтметры и другие, предназначенные в основном для функционального диагностирования, то есть для оперативного контроля;

- специальные, которые периодически используются для уточнения необходимости ремонта, проверки качества ремонта или определения причин выхода из строя.

2. По области применения:

- универсальные, предназначенные для измерения определенных физических величин и параметров на любых объектах без учета их особенностей, к таким приборам относятся все известные средства для измерения электрических параметров и магнитного поля, температуры, давления и т.д., в эту группу входят устройства для измерения и спектрального анализа вибрации и шума, средства дефектации и т.п.;

- специализированные, которые создаются для диагностирования конкретных элементов, например, для контроля состояния только системы питания или герметичности цилиндров двигателя внутреннего сгорания (ДВС).

3. По мобильности:

- стационарные;

- переносные;

- встроенные.

Система технического диагностирования работает следующим образом. Датчик воспринимает параметры состояния объекта диагностирования и преобразует их в сигнал, который по линии связи передается устройству воспроизведения или регистрации информации. Сигнал является функцией параметра состояния объекта диагностирования и времени. Пройдя по линии связи, сигнал не должен исказиться (изменить) форму, а следовательно, несущий параметр сигнала, полученного устройством воспроизведения (регистрации), U должен быть прямо пропорционален несущему параметру сигнала, выданного датчиком, U_0 , то есть

$$U = kU_0,$$

где k – коэффициент пропорциональности, выражающий ослабление сигнала в линии связи, он зависит от протяженности линии связи, её вида, состояния окружающей среды.

Вышеприведенное условие очень трудно обеспечить, особенно в производственной среде, в которой и осуществляется диагностирование машин и оборудования, поэтому надо использовать передачу сигнала по каналу связи, то есть подвергать сигнал модуляции, с последующей демодуляцией перед входом в устройство воспроизведения (регистрации).

Перспективным также является использование беспроводной связи для передачи данных в системах технического диагностирования [1, 2, 3, 4]. Указанные обстоятельства приводят к удорожанию систем технического диагностирования. Применение компьютеров в качестве устройств воспроизведения, регистрации, обработки и хранения информации в системах технического диагностирования также увеличивает стоимость последних.

Таким образом, получение достоверной информации о состоянии объекта диагностирования с возможностью её обработки и хранения является дорогостоящим мероприятием.

Выводы. Для повышения эффективности внедрения современных компьютерных систем технического диагностирования в разных отраслях экономики, в том числе в сельском хозяйстве, необходимо рационально организовать их использование, что подразумевает, с одной стороны, большое количество обслуживаемых единиц техники, а с другой стороны – оптимальную периодичность проведения технического диагностирования, при которой затраты на ремонт и потери от простоя машин и оборудования будут минимальными. Количество обслуживаемых единиц техники должно обеспечивать требуемую периодичность технического диагностирования и минимальные простои системы технического диагностирования.

Список литературы

1. Аксенов И.И. Особенности вибрационной диагностики технического состояния сельскохозяйственных машин / И.И. Аксенов // Актуальные направления научных исследований XXI века : сб. науч. тр. по матер. международной заочной науч.-практ. конф. «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве». – Воронеж, 2014. – № 3. – Ч. 4. – С. 388–392.
2. Аксенов И.И. Особенности приборной диагностики технического состояния машин / И.И. Аксенов // Актуальные направления научных исследований XXI века : сб. науч. тр. по матер. международной заочной науч.-практ. конф. – 2014. – № 3. – Ч. 3. Междунар. науч.-техн. конф. «I-й Европейский лесопромышленный форум молодежи», Воронежская государственная лесотехническая академия. – Воронеж : ВГЛТА, 2014. – С. 132–137.
3. Афоничев Д.Н. Ресурсосбережение в сельском хозяйстве на основе использования современных средств вибрационной диагностики машин / Д.Н. Афоничев, И.И. Аксенов // Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика : сб. науч. тр. по матер. международной заочной науч.-практ. конф. «Техника и технологии – мост в будущее». – Воронеж, 2014. – № 5. – Ч. 3 (10–3). – С. 187–191.
4. Афоничев Д.Н. Ресурсосбережение в сельском хозяйстве путем использования новых средств вибрационной диагностики / Д.Н. Афоничев, И.И. Аксенов // Научно-практические аспекты ресурсосберегающих технологий производства продукции и переработки отходов АПК : межвуз. сб. науч. тр. – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – С. 200–204.
5. Афоничев Д.Н. Совершенствование организации технического сервиса в сельском хозяйстве / Д.Н. Афоничев, Е.В. Кондрашова, И.И. Аксенов // Лесотехнический журнал. – 2014. – № 3. – С. 230–236.
6. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. – Москва : Гос. комитет по управлению качеством продукции и стандартам, 1989. – 13 с.
7. Диагностика и техническое обслуживание машин / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 432 с.
8. Технические средства диагностирования : справочник / В.В. Ключев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др. – Москва : Машиностроение, 1989. – 672 с.